7 8

XII.

Studien über den Bau und das Leben der capillaren Blutgefässe.

Von

Dr. S. Stricker[1]).

Im Monat Jänner dieses Jahres habe ich unter Anderem über eine Beobachtung berichtet[2]), welche mit den damals herrschenden Anschauungen über die Structur der capillaren Blutgefässe kaum zu vereinen war. Ich sah mich damals zu der Annahme gedrängt, dass diese Gefässe zuweilen selbstständig ihre Form verändern, zu einer Annahme also, welche uns die Alternative stellte, entweder unsere Begriffe über structurlose Membranen zu modificiren, oder zu läugnen, dass die Wände der Capillaren structurlos sind. Schon wenige Wochen später kamen uns Mittheilungen zu, welche die letztere Ansicht zu bestätigen schienen. Unabhängig von einander sind nämlich

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Im vorliegenden Bande der Untersuchungen, S. 168.

Aeby[1]), Auerbach[2]) und Eberth[3]) zu dem Resultate gelangt, dass die Blut-Capillaren aus abgeplatteten Zellen zusammengefügt sind, so dass das Blut gleichsam intercellulär fliesst. Auerbach sowohl, wie Aeby und Eberth haben die Contouren der Zellen durch Silber kenntlich gemacht, und die beiden Letzteren haben die einzelnen Platten durch Maceration in Kalilauge isolirt.

Mich haben inzwischen meine Untersuchungen zu Resultaten geführt, welche dieser neuen Anschauung über den Bau der Capillaren wenig günstig sind. Ich war daher auch nicht in der Lage eine in so glücklicher Uebereinstimmung zu Tage geförderte Neuerung für die Lösung der mir vorschwebenden Frage zu benützen. Die ausführliche Darlegung wird es den Fachleuten hoffentlich nicht schwer werden lassen zu entscheiden, ob die Gründe, welche mich bei einem solchen Vorgange leiteten, triftig genug waren.

In der citirten Schrift habe ich bereits darauf hingewiesen, dass ich die Stichhaltigkeit meiner Schlüsse durch Reizversuche zu prüfen gedenke. Ich begann demgemäss zuerst mit chemischen Reizen. Ich liess Ammoniak-Dämpfe 3—4 Secunden lang über eine dem lebenden Thiere entnommene und unmittelbar darauf in Kammerwasser ausgebreitete Nickhaut streichen, dann deckte ich das Präparat ein und brachte es rasch zur mikroskopischen Untersuchung.

Unter einer grossen Reihe von Versuchen war der Erfolg in seltenen Fällen ein überaus günstiger. Ich sah ein Gefässstück, welches seinem Baue nach unzweifelhaft zu den Capillaren gezählt werden musste, sich im Laufe von fünfzehn Minuten zweimal bis nahe zum Verschwinden des Lumens verengern und bis zum Breitendurchmesser eines Blutkörperchens wieder erweitern. Ich sah varicöse Gefässe sich so verändern, dass der Bauch an Stelle des Halses zu liegen kam, und umgekehrt. Mit den Formveränderungen ging gewöhnlich noch eine andere Veränderung Hand in Hand. So wurde beispielsweise eine eingeschnürte Capillargefäss-Strecke so blass, wurden deren Contouren so undeutlich, dass ich sie kaum mehr von der Umgebung

---

[1], [2], [3]) Centralblatt Nr. 12, 13, 14.

unterscheiden konnte, während nach zehn bis zwanzig Minuten das Gefäss wieder in seiner ursprünglichen Deutlichkeit zu sehen war.

Solche Veränderungen waren mir schon früher bekannt gewesen, und ich habe ihrer schon mehrfach Erwähnung gethan [1]). Meine Beobachtungen blieben aber früher nicht lange genug auf eine und dieselbe Stelle concentrirt, um das Wiederkehren der scharfen Contouren wahrnehmen zu können. Das Erblassen und Undeutlichwerden einzelner Gewebsstrecken galt mir damals als ein Zeichen des Absterbens, und diese Anschauung war es namentlich, welche bei mir ein unbestimmtes Misstrauen gegen meine eigenen Beobachtungen wach rief.

Jetzt nachdem ich wahrgenommen habe, dass die scharfe Contourirung wiederkehren kann, suche ich gerade in dem Wechsel der Erscheinung ein Zeichen des Lebens. Eine wesentliche Bedingung zu diesem Wechsel liegt zwar auch in dem Grade der Füllung der Gefässe; aber die einzige Bedingung ist dies nicht. Es müssen ausserdem uns unbekannte Vorgänge in der Wand selbst stattfinden, weil die Veränderung, wenn auch weniger vollständig, wahrgenommen wird, mag das Gefäss leer oder voll sein. — Ausser den erwähnten günstigen Resultaten fand ich, dass die weitaus grösste Masse der Capillaren auf chemische Reize wenigstens keine auffällige Reaction zeigte. Es ist wohl denkbar, dass ich in Anbetracht der sehr starken Vergrösserungen, mit welchen ich arbeitete, während des Absuchens von Gefässstrecken bei den reagirenden Stellen zu wenig verweilte, so dass sich viele positive Resultate meiner Beobachtung entzogen. Immerhin musste es mich sehr unbefriedigt lassen, wenn das Misslingen Regel, das Gelingen des Versuches aber zu den Ausnahmen zählte.

Mit der Hoffnung auf bessere Erfolge schritt ich nun zur Anwendung elektrischer Reize, und zwar bediente ich mich dabei eines grossen Du Bois'schen Schlittens. Die Resultate waren hier in einem gewissen Sinne allerdings noch günstiger, als bei der Anwendung chemischer Reize. Viele Male hinter einander konnte ich eine

---

[1]) l. c.

und dieselbe Gefässstelle zur Verengerung und Wiedererweiterung bringen. Die Verengerung erfolgte unmittelbar nach Schliessung der Kette, die Erweiterung nahm eine Minute und darüber in Anspruch. Zwischen einer Reizung und der andern liess ich dann das Gewebe einige Minuten ausruhen. Mit fortgesetzter Reizung wurden die Gefässe immer blasser, die Reactionen wurden träger, bis sie endlich vollständig ausblieben.

Ich habe aber nur eine geringe Anzahl derart glücklicher Erfolge zu verzeichnen; bei einer grossen Reihe von Präparaten blieb die Reizung in Bezug auf eine wahrnehmbare Verengerung erfolglos, ungeachtet ich die Intensität der Ströme in den mir möglichen Grenzen variiren liess, ich Nebenschliessungen, so viel als möglich beseitigte und endlich aus später zu erwähnenden Merkmalen die Ueberzeugung gewinnen konnte, dass der Strom das Gewebe beeinflusste.

Unter solchen Verhältnissen liess ich mich von der Gunst der Jahreszeit bestimmen meine Versuche an der Nickhaut aufzugeben, um sie an den Schwänzen von Batrachier-Larven fortzusetzen.

Ich habe von ausgewachsenen Larven seitliche Schwanzstücke abgetragen und dieselben in Kammerwasser oder Blutserum untersucht. Es war mir daran gelegen, sowohl quergestreifte Muskelfasern, als auch grössere Gefässe aus dem Versuche auszuschliessen, und diesen Zweck erreichte ich durch die Untersuchung seitlicher Stücke, in welchen sich bekanntlich kein Muskelgewebe befindet, und welche ausserdem nur von Gefässen durchzogen sind, welche ihrem Baue nach unstreitig zu den Capillaren gezählt werden müssen. Kurz nachdem das Präparat vom Mutterthiere abgetragen worden war, fand ich das Blut in den Gefässen in ziemlich lebhafter Strömung; an dem Schnittrande jedoch war kein Austritt von Blutkörperchen wahrzunehmen; die Gefässe waren hier zumeist blindsackartig geschlossen. Nach einigen Minuten hörte die Strömung auf, trat aber allsobald wieder ein, als ich durch das Präparat einen Inductionsstrom leitete, oder eine sehr verdünnte Kalilösung zusetzte. Ich konnte demnach in einem geschlossenen Capillargefäss-Bezirke eine Blutströmung veranlassen, einmal durch chemische Reize, einmal durch elektrische Reize und ein drittes Mal durch das Anfertigen des Präparates selbst, wobei uns

offenbar der mechanische Reiz als die wesentlichste Beeinflussung gelten muss. Die Strömung tritt auf dieselben Veranlassungen auch in der Nickhaut ein, und darin ist das Merkmal gegeben, dass der elektrische Strom das Präparat beeinflusst. In der Nickhaut hat aber diese Erscheinung für die Erkenntniss der Capillargefässe nur geringen Werth, weil es kaum möglich ist die grösseren Gefässe so vollständig aus dem Versuche auszuschliessen, um von ihnen abstrahiren zu können.

Allerdings ist es selbst für den Schwanz der Froschlarven fraglich, ob die eintretende Strömung in einer selbstständigen Veränderung der Capillar-Gefässwände begründet sei. Formveränderungen der zahlreichen sternförmigen Körperchen, welche in ein solches Gewebe eingetragen sind, so wie eine Bewegung der in diesem letzteren enthaltenen Flüssigkeit, bei Anbringung der Reize auf mechanischem Wege veranlasst, könnten eine secundäre Veränderung der Gefässwände hervorrufen. Der Verlauf meiner Abhandlung wird indessen lehren, wie viel oder wie wenig Ursache wir haben eine directe Beeinflussung der Gefässwände durch die aufgezählten Reize gelten zu lassen. Vorläufig soll uns die Strömung nur als ein Zeichen gelten, dass das Präparat von dem Reize überhaupt angegriffen wird.

Es ist bekannt, dass im Schwanze der Froschlarven Gefässe vorhanden sind, deren Oberflächen uneben, mit zahlreichen Zacken besetzt erscheinen. Kölliker bezeichnet diese als Lymphgefässe, und beruft sich darauf, dass dies der einzige Ort sei, wo man bis jetzt die Anfänge der Lymphgefässe mit Sicherheit ermittelt habe. Diese mit Zacken besetzten Gefässe zeigen nämlich zahlreiche blinde Ausläufer, mithin nach Kölliker blinde Anfänge. Ich kann nur bestätigen, dass ich in den Schwänzen der Froschlarven fast jedesmal eine Anzahl sehr zarter, stellenweise blind auslaufender und stellenweise mit Zacken besetzter Gefässe fand, in welchen kein Blutkörperchen anzutreffen war, und welche ich jedesmal zu einem grossen Centralgefässe verfolgen konnte; es ist also möglich, dass ich hier Lymphgefässe vor mir hatte. Erwiesen ist es aber nicht, weil die Zacken, welche hier als Charakteristikon angeführt werden, kein constantes Merkmal abgeben, weil diese Zacken sich nach der Einwirkung von Reizen einziehen,

und mithin ein Gefäss innerhalb einiger Minuten bald glatt und bald mit Zacken besetzt sein kann. Erwiesen ist es ferner nicht, weil ich mit eben solchen Zacken besetzte Gefässe vorfand, welche nach ihrem Inhalte zu schliessen, gewiss Blutgefässe waren. Angenommen indessen, dass jene Röhren, in welchen sich keine Blutkörperchen finden, Lymphwege seien, so thut man erst unrecht auf ihre blinden Anfänge zu pochen, weil ja im Schwanze der Froschlarven, wie das männiglich bekannt ist, auch die Blutcapillaren blinde Ausläufer tragen.

Ich habe erwähnt, dass die Zacken der Capillargefässe nach der Einwirkung von Reizen eingezogen werden; ich muss noch hinzufügen, dass die Gefässe an den Stellen wo sie Zacken tragen, ziemlich dickwandig sind und hier ganz das Aussehen von Protoplasma bieten, das heisst, man hat auf dem Durchschnitte, insoferne man das Mikroskop für einen solchen einstellt, eine unregelmässig begrenzte, homogene Grundsubstanz mit zahlreichen eingestreuten Körnchen vor sich, eine Substanz also, welche wie Protoplasma aussieht, und welche durch Reize ihre Form zu verändern veranlasst wird. Ich sagte ferner, es sei bekannt, dass die Capillargefässe der Froschlarven blinde Ausläufer tragen. Es hat diese Frage für uns ein ganz besonderes Interesse, und ich will daher, so oft ihrer auch schon Erwähnung geschehen ist, und so wenig ich auch noch an neuen Beobachtungen hinzufügen kann, dennoch gründlicher auf dieselbe eingehen, weil wir hier einen so klaren Bildungstypus vor uns haben, einen Bildungstypus, welcher keine zweideutige Auffassung zulässt, und dennoch in der neuesten Zeit vernachlässigt wurde; weil wir hier einen Einblick in das Leben der Blutgefässe gewinnen können, welcher nicht nur für die Entwickelungsgeschichte, sondern auch für das ganze Leben derselben von Bedeutung ist.

Vor allem müssen wir hervorheben, dass eine Wand, welche einen Fortsatz ausstrecken kann, selbst noch Leben in sich tragen muss. Wenn also, wie es anerkannt ist, die Capillargefässe Ausläufer treiben, dann ist ein neuer Grund vorhanden die Wände derselben als Protoplasma aufzufassen. — Wenn ferner, wie es abermals anerkannt ist, die spitzen Ausläufer auf sehr grosse Strecken hinausgeschoben werden, wenn diese anfangs solid sind, dann hohl werden,

und also neue Capillargefässe abgeben, dann können eben diese Gefässe nicht in dem Sinne Aeby — Auerbach — und Eberth's aus Zellen zusammengefügt, und das von ihnen aufgestellte Gesetz nicht mehr allgemein gültig sein.

Wenn ich sage, die Wände der Capillargefässe sind Protoplasma, dann muss ich wohl selbst zugeben, dass sie aus Zellen bestehen; nichts destoweniger liegt ein tiefer und durchgreifender Unterschied zwischen dem, was uns an den Larven klar und unwiderleglich vor Augen tritt, und zwischen dem, was in neuester Zeit aus der Silbermethode deducirt wurde. Nach dieser Deduction sollen die Capillaren aus Zellen zusammengefügt sein, und das Blut in jenen mithin intercellulär fliessen; nach dem was sich an der Larve ergiebt, ist ein Capillarrohr Protoplasma in Röhrenform, Protoplasma, welches im Innern ausgehöhlt ist, und wo das Blut gleichsam intracellulär fliesst.

Dass bei dem Aufbau von Capillargefässen überhaupt Zellen mit einander verschmelzen, und dass solche Verschmelzungsspuren später einmal durch Silberniederschläge kenntlich werden können, lässt sich ferner auch nicht läugnen; aber das ist wieder weit entfernt von dem, was Aeby, Auerbach und Eberth gefunden haben wollen. Wenn hie und da Fortsätze mit einander verschmelzen, so ist da noch lange kein Epithel, oder Perithel, wie das Auerbach in richtiger Würdigung der sprachlichen Bedeutung des Wortes nennen wird.

Freilich können die drei Vertheidiger der Silberpräparate sagen, die Schwänze der Froschlarven machen eine Ausnahme, und sie haben sie auch bis jetzt nicht in den Bereich ihrer Untersuchungen gezogen. Aber Kölliker, auf dessen Zeugniss sich Eberth beruft, führt an, dass die Bildung der Capillaren bei allen Geschöpfen ohne Ausnahme in derselben Weise stattfindet, und hinter Kölliker steht Schwann, welcher die Entwickelung der Capillargefässe am Schwanze der Froschlarven und im Gefässhofe der Hühner untersuchte, und für dieses Thema eine, wie man sagen darf, unverrückbare Grundlage schuf [1].

---

[1] Wer sich die Mühe nehmen will §. 37 in Remak's Entwickelungsgeschichte aufmerksam zu lesen, wird bald herausfinden, dass auch Remak Schwann's Angaben mehr unterstützt als widerlegt.

Die neue dreifach gestützte Theorie erfordert mehr Kerne als gemeinhin in den Capillargefässwänden angetroffen werden; Schwann hat sich schon darüber ausgesprochen, indem er zu beweisen sucht, dass die Kerne der Capillaren keine Epithelkerne sein können; nichts destoweniger könnten gerade die Kerne zu Gunsten der neuen Theorie ins Feld geführt werden. Wenn ganze Gefässstrecken aus ursprünglich soliden Fortsätzen entstehen, dann könnte gefragt werden, woher die Kerne der Capillaren kommen, welche in Anbetracht einer solchen Annahme immer noch viel zu zahlreich vorhanden sind.

Ich kann diese Frage bis jetzt nicht direct beantworten; aber es wird gewiss kein Histologe, der sich eindringlich mit der Zellenlehre beschäftigt hat, zugeben wollen, dass durch diese negative Antwort auf so bestimmte Beobachtungen, wie sie am Schwanze der Larven gemacht wurden, auch nur der leichteste Schatten geworfen werden kann. Wer sagt uns denn, dass sich die Kerne in den Capillaren nicht theilen und aus einander rücken können, wo doch sonst ein sehr reges Leben stattfindet? Und rege muss das Leben schon sein, wenn ein dünner solider Faden zu einem mächtigen Gefässe umgestaltet werden kann, und wenn überhaupt nur daran gedacht werden soll, dass die Gefässwände auch die Quelle für Blutkörperchen abgeben, wie das schon Schwann und viel bestimmter noch Remak angedeutet hat, und wofür ich selbst nicht unwichtige Belege ins Feld führen werde.

Betrachten wir das, was über die Entwickelung der Capillaren gesagt wurde, im Lichte unserer heutigen Anschauung, dann erscheint meine Annahme als ein nothwendiges Ergebniss desselben.

Schwann konnte sagen, die Zellen werden ausgehöhlt und die Membranen derselben bleiben als Capillaren zurück. Wird das aber auch ein Mikroskopiker der Jetztzeit aussprechen! Kann dieser auch nur daran denken, dass eine Embryonalzelle aus Membran und Kern bestehe, und dass die Membranen wachsen und Fortsätze treiben? Oder soll wohl die Form unsere Begriffe regeln? Sollen wir davor zurückschrecken anzunehmen, dass ein Protoplasma einmal auch die Röhrenform annehmen kann?

Das wird füglich Niemand thun, der weisse Blutkörperchen auf

dem geheizten Objecttische beobachtete, und so wird es gewiss auch Niemand mehr auffallend finden, wenn ich die Capillargefässe der Larve als röhrenförmige Zellen anspreche. Diese können dann auf der Oberfläche zackig sein und die Zacken einziehen, sie können Fortsätze ausschicken, Fortsätze mit Kernen versehen, um sich nach Art der Polypen als Zellenfamilie auszubreiten.

Auf diesen Standpunkt angelangt, kann ich auch daran gehen eine weitere Beobachtung mitzutheilen.

Ich habe Larven mit Curare vergiftet und konnte in Folge dessen den Kreislauf noch mit Linsen *à l'immersion* untersuchen. Da fand ich denn nicht selten Blutkörperchen in die Wand eines Capillargefässes derart eingeklemmt, dass ein Theil der ersteren ausserhalb des Gefässes, der andere Theil innerhalb des Gefässes lag, und beide Theile durch einen die Gefässwand durchbohrenden Hals in Verbindung waren. Der Hals war so dünn, dass er bei der Combination Nr. 8 objectiv und Nr. 3 ocular von H a r t n a c k eben noch aufgelöst werden konnte. Der Umstand, dass ich einen in bester Thätigkeit begriffenen Kreislauf vor mir hatte, machte es möglich, die Diagnose auf das Bestimmteste zu stellen. Der Theil des Blutkörperchens, welcher innerhalb des Gefässes lag, hing wie ein Pendel in dasselbe hinein und wurde durch jedes vorbeieilende Blutkörperchen aus seiner Gleichgewichtslage gebracht.

Der Befund war ein so auffallender, dass ich es wohl nicht unterliess mir Zeugen an das Mikroskop zu rufen, und ich habe die Erscheinung wiederholt demonstrirt. Ich ziehe es indessen vor, mich nicht auf die Autorität eines Andern zu stützen, namentlich bei einer Erscheinung, die von viel zu grosser Bedeutung ist, als dass sie nicht bald in weiteren Kreisen nachuntersucht werden sollte, und welche ich viel zu oft gesehen habe, um fürchten zu müssen, dass sie Andere nicht wieder finden.

Ich musste mir zunächst die Frage vorlegen, ob die Blutkörperchen von innen heraus gedrängt werden, oder ob sie von aussen her in Einwanderung begriffen sind. Bei dem Ueberraschenden, welches die ganze Erscheinung darbot, sah ich mich genöthigt, den weitgreifend-

sten Vermuthungen Raum zu geben, und mithin auch derjenigen, dass einmal ein Blutkörperchen auch von aussen her einwandere. Ich begegnete aber bald darauf Gruppen von offenbar im Zugrundegehen begriffenen Blutkörperchen, von welchen ein Theil verzerrt und ein Theil zerrissen war, rings um die Gefässe angeordnet. Diese Beobachtung machte es einigermassen wahrscheinlich, dass die eingezwängten Blutkörperchen auf der Wanderung von innen heraus begriffen sind, dass also eine Blutung *per diapedesin* ganz im Sinne der Alten vorhanden sei. Es mussten freilich die mannigfachsten Fragen auftauchen, über die Art und Weise, wie die Blutkörperchen auf solche Abwege und in so enge Canäle hinein gerathen. Die Thatsache war aber einmal vorhanden und die Logik musste an diese anknüpfen. Dass ein Blutkörperchen überhaupt in einer Gefässwand stecke, kann mich eigentlich nicht mehr wundern. Wir wissen ja, dass Protoplasma fremde Körper in sich aufnehmen kann, warum soll dieses Verhältniss dann nicht auch zwischen einem Blutkörperchen und der Gefässwand möglich sein.

Das Eingekeiltsein an und für sich verträgt sich also mit den Vorstellungen, welche wir jetzt über den Bau der Capillargefässe erlangt haben, und es könnte nur noch erörtert werden, wie die Einkeilung zu Stande kommt.

Ich werde später auch auf diese Frage einiges Licht werfen können, nur muss ich vorerst noch andere Erscheinungen in den Kreis meiner Betrachtungen ziehen.

Wenn ich das abgeschnittene Schwanzstück einer Larve mit verdünnter Kalilösung behandle, gerathen, wie ich schon erwähnt habe, die Blutkörperchen in eine lebhafte Strömung, ziehen sich ferner die Zacken der Gefässe ein, bis diese ganz glatt erscheinen; ausserdem aber werden manche Gefässe auffallend enger, ja bis zur Undurchgängigkeit für Blutkörperchen.

Namentlich auffallend lässt sich diese Beobachtung an Gefässen machen, welche mit Zacken besetzt oder auffallend dickwandig sind.

Wenn sich ein solches Gefäss verengert, ändert sich gleichfalls sein Aussehen in dem Sinne, wie ich es für die Capillaren der Nick-

haut beschrieben habe. Wenn es sich nach einigen Minuten von der Arbeit erholt und wieder erweitert, pflegt die Schärfe der Contouren nicht wieder so hervorzutreten, wie es vor der Reizung der Fall war, wiewohl ich auch schon eine solche Erscheinung beobachtet habe. Wenn sich ein solches Gefäss wieder erweitert hatte, so gelang es mir in der Regel durch erneuerten Zusatz von Kali eine Wiederverengerung zu bewirken, und ich konnte ein solches Experiment 3—4mal wiederholen.

Eine solche Reaction war zwar wieder nicht allgemein, aber viel öfter zu beobachten wie an den Blutgefässen erwachsener Thiere. Viel seltener gelang es mir Verengerungen von Capillargefässen durch elektrische Reize anzuregen.

Nach allem was wir bis jetzt erfahren haben, kann uns der, wenn auch noch so häufige negative Befund in unserer Auffassung über den physiologischen Werth der Capillargefässwände nicht irre machen. Wenn beispielsweise Muskelfasern auf Reize kürzer und dicker werden, so liegt das in einer ganz bestimmten Anordnung der sie zusammensetzenden Theilchen; daraus darf aber kein Schluss gezogen werden, dass alle Gewebselemente nach einer uns zweckmässig erscheinenden Richtung reagiren müssen. Es ist ja gar nicht einzusehen, warum eine Röhrenzelle, wenn sie gereizt wird, gerade enger werden soll, selbst vorausgesetzt, dass sie lebt, bewegungsfähig oder sagen wir geradezu contractil ist. Wir haben ja gar keinen Anhaltspunkt dafür zu wissen, wie eine solche Röhrenzelle Reize beantworten muss. Angenommen aber, dass es in ihrer Construction gelegen sei, auf Reize enger zu werden, wer sagt uns, welche Hindernisse dabei in Betracht kommen, Hindernisse, welche das eine Mal leicht, das andere Mal schwer oder gar nicht überwunden werden können.

Ich kann mich jetzt auch zur Erörterung der Frage wenden, wie denn ein Blutkörperchen in die Wand eines Gefässes hineingerathen kann.

Die erste Beobachtung, welche mich dabei leitete, ist die, dass ich einmal an einer vergifteten Larve ein Gefäss sah, welches stellenweise so enge war, dass kein Blutkörperchen durchtreten konnte, und dennoch dickwandig genug war, um es nicht für ein in Entwickelung begriffenes Capillargefäss zu halten; an anderen Stellen war jenes Gefäss von mehreren Blutkörperchen durchbohrt; ausserdem führte das ganze Gefäss durch einen Haufen von Leichen. Ich hielt die entsprechende Stelle mehrere Stunden in Beobachtung, und ich entsinne mich sehr lebhaft, dass eine grössere Capillarstrecke in fortwährenden sehr langsam ablaufenden Zuckungen begriffen war. Bald waren die Blutkörperchen in derselben eingekeilt, und bald schwammen sie frei durch. Manchesmal währte eine Einschnürung 15—20 Minuten an, und manchesmal änderte sie im Laufe weniger Minuten mehrmals ihre Form.

Diese Beobachtung kann uns den Durchtritt von Blutkörperchen weniger räthselhaft erscheinen lassen, als es von vornherein der Fall war; denn es liegt uns nahe anzunehmen, dass ein Körper, der einmal in einer engern Röhre festsitzt, auch in die Wand der letzteren hineingerathen kann, wenn diese die dazu nöthige Consistenz besitzt.

Ich habe ferner sehr oft grössere oder kleinere Blindsäcke beobachtet, welche wieder eingezogen wurden, d. h. ich sah von Capillaren ausgehende wirkliche Aneurysmen vollständig wieder verstreichen. Solche Aneurysmen bargen oft Blutkörperchen, welche durch die Blutwelle hineingeworfen wurden, und daselbst längere oder kürzere Zeit verweilten.

Wenn ich daran denke, dass ein mit einem Aneurysma versehenes Gefäss sich eben so gut, wie jedes andere, verengern kann, so kann es mir um so eher einleuchten, dass ein Blutkörperchen durch die Kuppe eines solchen Aneurysma durchgetrieben werden und daselbst auch auf halbem Wege stehen bleiben kann.

Ich habe oben versprochen für die Entstehung von Blutkörperchen aus den Gefässwänden einen neuen Beleg anzuführen, und ich

will, bevor ich den Abschnitt schliesse, noch diesem Versprechen nachkommen.

Ich habe im Schwanze der Froschlarven Blutkörperchen-haltige Gefässe gesehen, welche an beiden Seiten blind in sehr feine Fortsätze ausliefen. Nach den älteren Vorstellungen sollte es eigentlich über jeden Zweifel erhaben sein, das die Blutkörperchen an Ort und Stelle entstanden sein müssen. Nachdem wir aber einmal wissen, dass sich ein Körper durch eine Gefässwand durchdrängen kann, müssen wir in unseren Schlüssen sehr vorsichtig sein. Halten wir indessen diese Beobachtung den Aussagen von Schwann [1]) und Remak [2]) gegenüber, so haben wir für die bezeichnete Entstehungsweise ein sehr starkes Gewicht in die Wage zu legen.

Uebrigens darf nicht vergessen werden, dass damit durchaus nicht ausgeschlossen wird, dass etwa die Leber oder andere Organe als Hauptquelle der Blutkörperchen gelten können, zumal ja aus der enormen Gefässentwickelung der embryonalen Leber gerade für unsere Annahme plaidirt werden kann.

Es kann nun zunächst die Frage aufgeworfen werden, ob die Beobachtungen, welche an Froschlarven gemacht wurden, für das erwachsene Thier noch irgend einen Werth besitzen. Es könnte behauptet werden, es verhalte sich mit den von mir beobachteten Lebensäusserungen gerade so, wie mit den blinden Anfängen der Lymphgefässe. Dies sind embryonale Zustände, könnte man sagen, aus welchen weiter für das erwachsene Thier kein Schluss gezogen

[1]) Mikroskopische Untersuchungen pag. 185 heisst es „die Blutkörperchen sind junge Zellen, welche in den Capillargefässzellen entstehen".

[2]) Entwickelungsgeschichte §. 40. Manche Wandzellen ragen so stark in die Gefässhöhle hinein, dass der Gedanke an die Entstehung von Blutkörperchen aus abgelösten Wandzellen nahe liegt.

werden darf. Ja man könnte sagen, die Protoplasma-Natur der Capillargefässe im Embryo sei nach unseren heutigen Kenntnissen nahezu selbstverständlich, mag die Entwickelung in der einen oder anderen Weise vor sich gehen, weil ja eben Alles aus weichen, d. i. aus jungen Zellen seinen Anfang nimmt. Ich könnte dem allerdings entgegen halten, dass doch in der Froschlarve ein vollständiger Kreislauf existirt, dass also das röhrenförmige Protoplasma dem Blutdrucke Widerstand leistet, und es übrigens nicht ausgemacht ist, ob der Widerstand in den Capillaren der Nickhaut grösser ist, als in denen des Larvenschwanzes, dass damit eine principielle Schwierigkeit, mit welcher das Uebertragen meiner Annahme auf erwachsene Thiere verbunden ist, abgeschwächt wird. Es liesse sich anführen, dass sich meine Untersuchungen auch auf Larven beziehen, welche der Metamorphose nahe waren, deren Schwänze in der Rückbildung begriffen, also mit nicht viel Grund in die Reihe der embryonalen Gebilde zu setzen sind. Ich habe nichts destoweniger alle die angeführten Einwände vor Augen behalten und mich noch ein Mal an die Untersuchung der Nickhaut gewendet. Warum ich gerade zu diesem Organe meine Zuflucht nahm, kann ich nur dadurch begründen, dass ich im ganzen Thierreiche kein Organ kannte, welches mir dieselben Vortheile bot, wie die Nickhaut des Frosches. Die dünnen Bauchfellplatten haben sich für die Untersuchungen in meinem Sinne als unbrauchbar erwiesen, weil das Blut in ihnen zu rasch gerinnt. Die Gefässe der weichen Hirnhaut müssen wieder zu viel gezerrt werden. Präparate, welche aber eben ihres Lebens wegen brauchbare Objecte abgeben sollen, dürfen nur so wenig als möglich gezerrt werden und eignen sich zur Untersuchung gewiss am besten unmittelbar nachdem sie vom lebenden Thiere herausgeschnitten wurden. Bei der Nickhaut kann man auf diese Momente Rücksicht nehmen; mit zwei Scherenschnitten ist sie abgetragen, das gleichseitige Auge bietet Kammerwasser; ausserdem ist die Nickhaut sehr leicht auszubreiten, so dass sie im Ganzen bei vorsichtiger Behandlung nur sehr wenig beleidigt zu werden braucht.

Kurz nachdem ich diese Untersuchungen wieder aufgenommen hatte, fiel es mir auf, dass auch in der Nickhaut von der Seitenwand

eines Capillargefässes ein dünner Faden auslief, um sich an einem andern Gefässe zu inseriren. An beiden Insertionspunkten war der Faden trichterartig erweitert, welche Erweiterung mit dem Lumen der betreffenden Gefässe communicirte. Ab und zu schwamm ein Blutkörperchen in einen solchen Trichter hinein und verliess ihn wieder. Einen solchen zwei Gefässe verbindenden Faden habe ich ein einziges Mal gesehen; hingegen begegnete ich relativ häufig blindsackartigen Ausstülpungen von Capillargefässen, deren blindes Ende sich deutlich in eine feine Spitze auszog; ich begegnete kleinen buckelförmigen Auftreibungen, welche gross genug waren, um ein weisses Blutkörperchen zu beherbergen und es manchesmal auch wirklich thaten. Solche Buckel habe ich zu wiederholten Malen vollständig schwinden sehen, d. h. der Buckel wurde immer kleiner, bis er endlich gänzlich verstrichen war.

Ich kann die spitzen Ausläufer nicht anders als an der Hand meiner embryologischen Studien deuten, d. h. ich muss sie als in Neubildung begriffene Gefässe auffassen; ich muss sagen, dass die Capillargefässe eines ausgewachsenen Thieres einem ständigen Neubildungsprocesse unterworfen sind, einem Neubildungsprocesse, welcher während des embryonalen Lebens in höchster Blüthe entwickelt, während des gesunden Zustandes des erwachsenen Thieres nur spurenweise angetroffen wird, und in entzündeten Geweben abermals eine bedeutende Rolle spielt. Denn ich kann schon jetzt nach einer Versuchsreihe, welche ich am Vogelhirne angestellt habe, mittheilen, dass das Ausziehen von Spitzen von Capillargefäss-Wänden in Entzündungsherden ein sehr häufiges Vorkommen ist.

Wenn wir die Geschichte der Mikroskopie durchblicken, so muss es uns nunmehr auf den ersten Blick einleuchten, dass die Gefäss-Neubildung am erwachsenen und gesunden Thiere zu den sehr bekannten Erfahrungen gehört, nur wurden diese nicht in richtiger Weise gedeutet. Die *vasa serosa* der Autoren erinnern gewiss lebhaft genug an in Neubildung begriffene Capillaren. Es kann allerdings sehr viele Organe geben, in welchen kein *vas serosum* angetroffen wird, und diejenigen, welche auf ihre vollendete Injection pochend, die *vasa serosa* läugnen, haben nur in so ferne ein Recht dazu, als

ihre vollendete Injection ihnen gestattet, diese Gefässe an dem eben untersuchten Organe auszuschliessen. Weiter reichen aber die Consequenzen solcher Erfahrungen nicht. Gerade so verhält es sich bei denjenigen, welche die Existenz der *vasa serosa* vertheidigen. Es sind dies eben nur vorübergehende Bildungen, welche in der einen *Cornea*, in dem einen Gehirne angetroffen werden können, und in zwanzig anderen nicht.

Die hier auseinandergesetzte Beobachtung hat mich zunächst zu dem Schlusse geführt, dass auch die Wände der Capillargefässe erwachsener Thiere nicht durchwegs in die Reihe der structurlosen (das heisst starren) Gebilde gestellt werden dürfen, weil solche nach unserer Vorstellung einer Weiterentwickelung durch das Austreiben von Fortsätzen nicht fähig sind. In so ferne aber das Austreiben von Fortsätzen nur ein seltenes Vorkommniss ist, so können wir vorläufig höchstens behaupten, dass gewisse Strecken von Capillargefässen in die Reihe der lebenden Gewebe gesetzt werden müssen.

Je grössere Aufmerksamkeit ich übrigens den Gefässwänden schenkte, um so mehr und um so tiefer überzeugte ich mich, wie sehr unrecht wir thun, die Capillargefässe abgesehen von ihren Kernen als structurlos zu bezeichnen. Wenn man ihre Wände mit der Linse Nr. 10 *à l'immersion* und Ocular Nr. 5 untersucht, so findet man erstens, dass die Wände der Capillaren nur in seltenen Fällen eben sind; sie tragen hie und da kleine Spitzen, welche bald nach aussen, bald gegen das Lumen der Gefässe vorragen; es zeigt sich ferner, dass die Wand an und für sich nicht structurlos ist, sondern dass stellenweise Körner eingestreut sind, stellenweise Körnchen aufliegen und stellenweise sich dunklere und hellere Punkte gegen einander abgrenzen; kurz es ist bei der bezeichneten Vergrösserung kaum möglich, zwischem einem Protoplasma-Zuge und einer Gefässwand einen andern als etwa formellen Unterschied aufzufinden.

Ich habe in letzter Reihe meine Aufmerksamkeit noch einmal den Formveränderungen zugewendet. Ich habe mich überzeugt, dass ich in Bezug auf meine Aussage über freiwillige Einschnürungen an das bereits in meiner ersten Publication Mitgetheilte festhalten muss. Ein cylindrisches Rohr schnürt sich an einer Stelle ein, seine Wände

werden hier dicker und nach einigen Minuten ist das ursprüngliche Verhältniss wieder hergestellt. So selten ich aber in der Lage war solche Beobachtungen zu machen, so häufig sah ich Veränderungen in den Contouren der Wände, Veränderungen, welche nur wahrgenommen werden, wenn man einer bestimmten Stelle seine ausschliessliche Aufmerksamkeit zuwendet.

Ich habe in der frühern Publication darauf hingewiesen, dass mir die welligen Krümmungen der Wände auffallend erscheinen. Ich kann heute hinzufügen, dass ich sehr oft wellenförmige Wände in eine auf den Durchschnitt geradlinige Form übergehen sah. Ich kann es auch nicht unterlassen einer Beobachtung Erwähnung zu thun, welche ich freilich nicht nach Belieben widerholen kann, die aber sehr bestimmt in meiner Erinnerung liegt.

Ich habe einmal eine grössere Gefässstrecke von so besondern Merkmalen umgeben, dass ich sie nicht leicht mit andern verwechseln konnte, mit durchaus wellenförmigen Wandungen versehen, angetroffen. Ich habe das Präparat vom Objectträger herabgenommen und es auf den Knopf eines Entladers gelegt, und mit dem letzteren eine Leydenerflasche entladen. Dann untersuchte ich das Präparat wieder und fand, dass die früher wellenförmigen Contouren des erwähnten Gefässes vollständig verstrichen waren.

Schliesslich habe ich in der letzten Zeit auch in der Nickhaut Capillargefässe gesehen, in welchen Blutkörperchen eingekeilt waren, gerade so, wie ich es früher für den Schwanz der Froschlarven beschrieben habe.

Ich habe dieses Thema hinreichend erörtert und will hier nicht noch einmal bereits Gesagtes wiederholen. Für mich war diese letzte Beobachtung das Motiv, die Untersuchungen vorläufig abzubrechen, weil ich die Frage, welche die Grundlage der ganzen Abhandlung bildet, für abgeschlossen hielt; die Frage nämlich, ob man berechtigt sei, die Wand eines Capillargefässes als eine Röhrenzelle, und zwar als eine solche, welche noch Lebensäusserungen von sich zu geben im Stande ist, aufzufassen.

Der principiellen Bedeutung nach muss die Antwort positiv

lauten. Fraglich kann es nur bleiben, ob wir nicht im erwachsenen Thiere einen Unterschied machen müssen, zwischen jungen, neugebildeten und zwischen alten Gefässen; ob etwa diese letzteren nur mehr das bedeuten, was wir heut zu Tage als Zellenmembranen bezeichnen. Ich kann dieser Frage für jetzt nicht näher an den Leib rücken, und ich will zum Schlusse nur darauf hinweisen, dass wir in Anbetracht dessen, was uns stärkere Vergrösserungen lehren, so wie in Anbetracht dessen, was ich an Entzündungsherden erfahren habe, unser Urtheil auf eine spätere Zeit verschieben müssen.
